

Docket No.: 61355-049

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : Customer Number: 20277
: :
Tomohiro YAMAMURA, et al. : Confirmation Number:
: :
Serial No.: : Group Art Unit:
: :
Filed: November 19, 2003 : Examiner: Unknown
: :
For: DRIVING ASSIST SYSTEM FOR VEHICLE

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

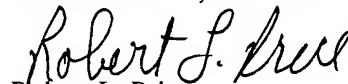
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. 2002-343332, November 27, 2002

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY



Robert L. Price

Registration No. 22,685

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 RLP:tlb
Facsimile: (202) 756-8087
Date: November 19, 2003

61355-049
November 19, 2003
YAMAMURA et al.

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 7 日
Date of Application:

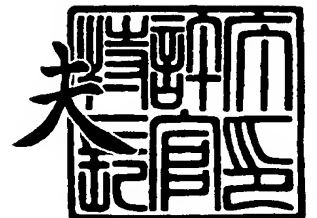
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 3 3 3 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 4 3 3 3 2]

出 願 人 日 産 自 動 車 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 1 8 4 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-02053

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60K 28/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 山村 智弘

【発明者】

【住所又は居所】 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サンディエゴ市
ルネッサンス・アベニュー 5 4 3 4

【氏名】 ボア, アーウィン

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100084412

【弁理士】

【氏名又は名称】 永井 冬紀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004732

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用運転操作補助装置、その装置を備える車両およびリスクポテンシャル演算方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両状態および車両周囲の走行環境を検出する状況認識手段と、

前記状況認識手段の検出結果に基づいて、自車両の先行車両までの現在の接近度合および／または将来予測される周囲環境変化による自車両への影響度合を算出し、将来の走行状況を予測する将来状況予測手段と、

前記状況予測手段によって予測される将来の走行状況に運転者の意図を加味してリスクポテンシャルを演算するリスクポテンシャル演算手段とを有することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記リスクポテンシャル演算手段によって演算されるリスクポテンシャルに応じて、車両操作機器に発生させる操作反力を算出する反力算出手段と、

前記反力算出手段によって算出される操作反力を前記車両機器に発生させる反力発生手段とをさらに備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記車両操作機器はアクセルペダルであり、

前記反力算出手段は、前記アクセルペダルに発生させる操作反力を算出し、

前記反力発生手段は、前記アクセルペダルに前記操作反力を発生させることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、

前記リスクポテンシャル演算手段によって演算されるリスクポテンシャルに応じて警報を出力する警報装置をさらに備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記リスクポテンシャル演算手段は、自車両の加減速度から運転者の意図を推定し、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記リスクポテンシャル演算手段は、自車両および先行車の加減速度から運転者の意図を推定し、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記状況認識手段は、自車両および先行車両の車速と車間距離とを含む車両状態および車両周囲の走行環境を検出し、

前記将来状況予測手段は、周囲環境の変化による影響度合として、前記状況認識手段によって検出される車間距離と自車速、または車間距離と先行車速とに基づいて車間時間を算出し、

前記リスクポテンシャル演算手段は、前記車間時間の逆数に基づいて、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の車両用運転操作補助装置において、
前記リスクポテンシャル演算手段は、前記車間時間の逆数と、前記車間時間の逆数の時間微分値との線形和に基づいて、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の車両用運転操作補助装置において、
前記リスクポテンシャル演算手段は、前記車間時間の逆数と、前記車間時間の逆数の時間微分値と、前記車間時間の逆数の 2 回微分値との線形和に基づいて、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 0】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記状況認識手段は、自車両および先行車両の車速と車間距離とを含む車両状態および車両周囲の走行環境を検出し、

前記将来状況予測手段は、先行車両への接近度合として、前記状況認識手段によって検出される相対車速と車間距離とに基づいて余裕時間を算出し、

前記リスクポテンシャル演算手段は、前記余裕時間の逆数に基づいて、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記リスクポテンシャル演算手段は、前記余裕時間の逆数と、前記余裕時間の逆数の時間積分値との線形和に基づいて、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記リスクポテンシャル演算手段は、前記余裕時間の逆数と、前記余裕時間の逆数の時間積分値と、前記余裕時間の逆数の時間微分値との線形和に基づいて、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 から請求項 1 2 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置を備えることを特徴とする車両。

【請求項 1 4】

車両状態および車両周囲の走行環境を検出し、

検出された走行環境に基づいて、先行車両までの現在の接近度合および／または将来予測される周囲環境変化による自車両への影響度合を算出して、将来の走行状況を予測し、

予測された将来の走行状況に、運転者の意図を加味してリスクポテンシャルを演算することを特徴とするリスクポテンシャル演算方法。

【請求項 1 5】

請求項 14 に記載のリスクポテンシャル演算方法において、
周囲環境の変化による影響度合として、車間距離と自車速、または車間距離と
先行車速とに基づいて車間時間を算出し、
前記車間時間の逆数と、前記車間時間の逆数の時間微分値との線形和に基づい
て、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とするリスクポテンシャル演
算方法。

【請求項 16】

請求項 14 に記載のリスクポテンシャル演算方法において、
周囲環境の変化による影響度合として、車間距離と自車速、または車間距離と
先行車速とに基づいて車間時間を算出し、
前記車間時間の逆数と、前記車間時間の逆数の時間微分値と、前記車間時間の
逆数の 2 回微分値との線形和に基づいて、前記リスクポテンシャルを演算するこ
とを特徴とするリスクポテンシャル演算方法。

【請求項 17】

請求項 14 に記載のリスクポテンシャル算出方法において、
先行車両への接近度合として、相対車速と車間距離とに基づいて余裕時間を算
出し、
前記余裕時間の逆数と、前記余裕時間の逆数の時間積分値との線形和に基づい
て、前記リスクポテンシャルを演算することを特徴とするリスクポテンシャル演
算方法。

【請求項 18】

請求項 14 に記載のリスクポテンシャル算出方法において、
先行車両への接近度合として、相対車速と車間距離とに基づいて余裕時間を算
出し、
前記余裕時間の逆数と、前記余裕時間の逆数の時間積分値と、前記余裕時間の
逆数の時間微分値との線形和に基づいて、前記リスクポテンシャルを演算するこ
とを特徴とするリスクポテンシャル演算方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、運転者の操作を補助する車両用運転操作補助装置、その装置を備える車両およびリスクポテンシャル演算方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来の車両用運転操作補助装置は、自動走行制御中にレーザレーダ等で検出した先行車と自車両との車間距離に基づき、アクセルペダルの操作反力を変更している（例えば特許文献1）。検出された車間距離が所定値よりも小さくなった場合に、アクセルペダル反力が重くなるよう設定してドライバに警報を与えたり、自動走行制御中にドライバがアクセルペダルに足をおけるようにアクセルペダル反力を重く設定する。

本願発明に関連する先行技術文献としては次のものがある。

【特許文献1】

特開 2000-54860 号公報

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上述したような車両用運転操作補助装置は、自車両の先行車への接近度合が大きい場合に警報を与えるものであり、運転者が実際に感じているリスクをアクセルペダル反力制御に反映させることは困難であった。

【0004】**【課題を解決するための手段】**

本発明による車両用運転操作補助装置は、車両状態および車両周囲の走行環境を検出する状況認識手段と、状況認識手段の検出結果に基づいて、自車両の先行車両までの現在の接近度合および／または将来予測される周囲環境変化による自車両への影響度合を算出し、将来の走行状況を予測する将来状況予測手段と、状況予測手段によって予測される将来の走行状況に運転者の意図を加味してリスクポテンシャルを演算するリスクポテンシャル演算手段とを有する。

【0005】**【発明の効果】**

本発明によれば、自車両の先行車両までの現在の接近度合および／または将来予測される周囲環境変化による自車両への影響度合を算出し、これらに運転者の意図を加味してリスクポテンシャルを演算するので、運転者の感覚に沿ったリスクポテンシャルを演算することができる。

【0006】

【発明の実施の形態】

《第1の実施の形態》

図1は、本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置1の構成を示すシステム図であり、図2は、車両用運転操作補助装置1を搭載する車両の構成図である。

【0007】

まず、車両用運転操作補助装置1の構成を説明する。レーザレーダ10は、車両の前方グリル部もしくはバンパ部等に取り付けられ、水平方向に赤外光パルスを送査する。レーザレーダ10は、前方にある複数の反射物（通常、先行車の後端）で反射された赤外光パルスの反射波を計測し、反射波の到達時間より、先行車までの車間距離と相対速度を検出する。検出した車間距離及び相対速度はコントローラ50へ出力される。レーザレーダ10によりスキャンされる前方の領域は、自車正面に対して±6[deg]程度であり、この範囲内に存在する前方物体が検出される。車速センサ20は、自車両の走行車速を車輪の回転数などから検出し、コントローラ50へと出力する。

【0008】

コントローラ50は、CPUと、ROMおよびRAM等のCPU周辺部品とから構成されており、車両用運転操作補助装置1の全体の制御を行う。コントローラ50は、車速センサ20およびレーザレーダ10から入力される自車速、車間距離および相対速度等の信号から、自車前方を走行する先行車両に対するリスクポテンシャルを算出する。さらに、算出したリスクポテンシャルに基づいて、アクセルペダル反力制御装置60へ反力指令値を出力する。

【0009】

アクセルペダル反力制御装置は、コントローラ50からの指令値に応じて、ア

クセルペダル操作反力を制御する。図3に示すように、アクセルペダル80には、リンク機構を介してサーボモータ70およびアクセルペダルストロークセンサ71が接続されている。サーボモータ70は、アクセルペダル反力制御装置60からの指令に応じてトルクと回転角とを制御し、運転者がアクセルペダル80を操作する際に発生する操作反力を任意に制御する。アクセルペダルストロークセンサ71は、リンク機構を介してサーボモータ70の回転角に変換されたアクセルペダル80のストローク量Sを検出する。なお、アクセルペダル反力制御を行わない場合の、通常のアクセルペダル反力特性は、例えば、ストローク量Sが大きくなるほどアクセルペダル反力がリニアに大きくなるよう設定されている（図6参照）。通常のアクセルペダル反力特性は、例えばアクセルペダル70の回転中心に設けられたねじりバネ（不図示）のバネ力によって実現することができる。

【0010】

警報装置90は、コントローラ50からの信号に応じて、先行車に対するリスクポテンシャルを運転者に知らせる。警報装置90は、例えば表示モニタおよび警報ブザーである。

【0011】

次に、本発明の車両用運転操作補助装置1における動作を説明する。図4は、コントローラ50における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャートである。本処理内容は、一定間隔（例えば50[msec]）毎に連続的に行われる。

【0012】

ステップS110で、レーザレーダ10および車速センサ20から自車両および車両周囲の走行状態を読み込む。図5に、自車両と自車両前方の先行車との走行状態を模式的に示す。自車両の走行状態を示すパラメータは、自車両の車両前後方向の現在位置 x_1 、自車速 v_1 、および自車加速度 a_1 である。先行車の走行状態を示すパラメータは、先行車の車両前後方向の現在位置 x_2 、先行車速 v_2 、および先行車加速度 a_2 である。自車両と先行車の車間距離 $d = x_2 - x_1$ 、相対速度 $v_r = v_2 - v_1$ 、相対加速度 $a_r = a_2 - a_1$ として表される。

【0 0 1 3】

ステップ S 1 2 0 では、ステップ S 1 1 0 で読み込んだパラメータを用いて、現在の先行車までの接近度合と、今後の周囲環境変化による自車両への予測影響度合とを算出する。ここでは、先行車までの接近度合として余裕時間 T T C を、予測影響度合として車間時間 T H W を算出する。

【0 0 1 4】

余裕時間 T T C は、先行車に対する現在の自車両の接近度合を示す物理量である。余裕時間 T T C は、現在の走行状況が継続した場合、つまり自車速 v_1 、先行車速 v_2 および相対車速 v_r が一定の場合に、何秒後に、車間距離 d がゼロとなり自車両と先行車両とが接触するかを示す値であり、以下の（式 1）により求められる。

【数 1】

$$\text{余裕時間 T T C : } \tau_c = -d / v_r \quad (\text{式 1})$$

【0 0 1 5】

余裕時間 T T C の値が小さいほど、先行車への接触が緊迫し、先行車への接近度合が大きいことを意味している。例えば先行車への接近時には、余裕時間 T T C が 4 秒以下となる前に、ほとんどのドライバーが減速行動を開始することが知られている。

【0 0 1 6】

車間時間 T H W は、自車両が先行車に追従走行している場合に、想定される将来の先行車の車速変化による余裕時間 T T C への影響度合、つまり相対車速 v_r が変化すると仮定したときの影響度合を示す物理量である。車間時間 T H W は、以下の（式 2）で表される。

【数 2】

$$\text{車間時間 T H W : } \tau_h = d / v_1 \quad (\text{式 2})$$

【0 0 1 7】

車間時間 T H W は、車間距離 d を自車速 v_1 で除したものであり、先行車の現在位置に自車両が到達するまでの時間を示す。この車間時間 T H W が大きいほど、周囲環境変化に対する予測影響度合が小さくなる。つまり、車間時間 T H W が

大きい場合には、もしも将来に先行車の車速が変化しても、先行車までの接近度合には大きな影響を与えず、余裕時間 TTC はあまり大きく変化しないことを示す。なお、自車両が先行車に追従し、自車速 v_1 = 先行車速 v_2 である場合は、(式 2) において自車速 v_1 の代わりに先行車速 v_2 を用いて車間時間 THW を算出することもできる。

【0018】

ステップ $S130$ では、ステップ $S120$ で算出した余裕時間 TTC および車間時間 THW を用いて、先行車に対するリスクポテンシャル RP を算出する。リスクポテンシャル RP の演算方法については後述する。

【0019】

ステップ $S140$ では、ステップ $S130$ で算出したリスクポテンシャル RP に基づいて、アクセルペダル反力増加量 ΔF を算出する。アクセルペダル反力増加量 ΔF は、リスクポテンシャル RP が大きくなるほど増加し、例えばリスクポテンシャル RP に比例するように設定される ($\Delta F = k \cdot RP$)。

【0020】

つづくステップ $S150$ で、ステップ $S140$ で算出した反力増加量 ΔF をアクセルペダル反力制御装置 60 に出力する。アクセルペダル反力制御装置 60 は、コントローラ 50 からの指令に応じて、通常の反力特性に反力増加量 ΔF を加算したペダル反力 F を発生するように、サーボモータ 70 を制御する。図 6 に、ストローク量 S とペダル反力 F との関係を示す。図 6 に示すように、リスクポテンシャル RP が大きくなるほど大きなペダル反力 F が発生する。

【0021】

ステップ $S160$ では、リスクポテンシャル RP に応じて表示モニタおよび警報ブザー等の警報装置 90 に作動指令を出力する。例えば、リスクポテンシャル RP が所定値を越えると警報ブザーを発令させ、また、表示モニタにその旨を表示するような指令を出力する。これにより、今回の処理を終了する。

【0022】

このように、リスクポテンシャル RP に応じてアクセルペダル反力制御および警報出力を行うことにより、運転者にリスクポテンシャル RP を認識させる。ま

た、リスクポテンシャル R P を伝達することにより、運転者の運転操作を適切な方向へと促すように補助する。

【0 0 2 3】

以下に、第 1 の実施の形態におけるリスクポテンシャル R P の演算方法について説明する。

先行車に対するリスクポテンシャル R P は、余裕時間 T T C と車間時間 T H W とを用いて、以下の（式 3）によって算出する方法が考えられる。

【数 3】

$$R P 0 = a / T H W + b / T T C \quad (\text{式 3})$$

ここで、余裕時間の逆数 $1 / T T C$ は先行車に対する接近度合、車間時間の逆数 $1 / T H W$ は将来予測される自車両への影響度合を示している。a、b は影響度合および接近度合にそれぞれ適切な重み付けをするための定数であり、例えば $a = 1$ 、 $b = 8$ 程度に設定する（ただし、 $a < b$ ）。

【0 0 2 4】

リスクポテンシャル R P 0 を（式 3）を用いて算出することにより、先行車への追従走行中から先行車への接近中まで、連続的な状況変化に対応して、その状況における接近度合を表現することができる。

【0 0 2 5】

このリスクポテンシャル R P 0 は、現在の車間時間 T H W および余裕時間 T T C の値によってのみ定義される。すなわち、（式 3）によって表されるリスクポテンシャル R P 0 は、車間距離 d、現在の自車速 $v 1$ および先行車速 $v 2$ のみによって定義されており、運転者が自ら加速しながら先行車に接近している場合でも、減速しながら接近している場合でも、車間距離 d および車速 $v 1$ 、 $v 2$ が同じ条件であれば、同じリスクポテンシャル R P 0 を示すことになる。

【0 0 2 6】

しかしながら、リスクポテンシャル R P 0 が同じ値であっても、自ら加速して先行車に接近している場合には将来、より接近することが予想されるため、運転者は高いリスクを感じ、一方、減速して接近している場合には、運転者は加速している場合に比べて低いリスクを感じている。したがって、（式 3）によって算

出されるリスクポテンシャル RP_0 に基づいてアクセルペダル操作反力制御あるいは接近警報発令等を行うと、運転者が実際に感じているリスクと異なり、違和感が大きくなってしまう。また、先行車が急減速を行っているような状況においては、運転車は先行車の減速度により将来のリスクが増大することを予測し、大きなリスクを感じる。しかし、(式3)のリスクポテンシャル RP_0 では先行車の加速度 a_2 を考慮していない。

【0027】

そこで、本発明の車両用運転操作補助装置 1 においては、リスクポテンシャル RP の算出において、運転者の意図を加味して運転者が実際に感じるリスクと同等のリスクポテンシャル値を算出し、アクセルペダル反力制御や警報出力を行った際の運転者の違和感を低減するようにする。さらに、先行車が急減速または急加速するような状況においても、運転者の違和感の小さい操作反力制御および警報発令を行うようにする。

【0028】

図7に、以降説明する第1から第4の実施の形態におけるリスクポテンシャル算出式の一覧を示す。まず、第1の実施の形態では、自車両の加減速度を用い、運転者の加減速意図をリスクポテンシャル算出に組み込む。以下に、第1の実施の形態におけるリスクポテンシャル RP の演算方法について詳細に説明する。

【0029】

ここでは、リスクポテンシャル RP を算出するためのベース式として、車間時間の逆数 $P = 1 / THW$ を用いる。第1の実施の形態におけるリスクポテンシャル RP_1 は、ベース式 P を用いて、以下の(式4)で表される。

【数4】

【数4】

$$RP_1 = \alpha_1 P + \beta_1 P' \quad (\text{式4})$$

ここで、 α_1 、 β_1 は P 、 P' にそれぞれ適切な重みを付けるための定数である。ここで、 P' はベース式 P の一回微分を示す。

【0030】

(式4) に示すように、リスクポテンシャル RP_1 は、ベース式 P とベース式 P を1回微分した式の線形和により求められる。(式4) は、図5に示すパラメータを用いて計算すると、以下の(式5) のように表される。

【数5】

【数5】

$$RP_1 = \frac{1}{\tau_h} \left(\alpha_1 + \frac{\beta_1}{\tau_1} + \frac{\beta_1}{\tau_c} \right) \quad (式5)$$

ここで、 $\tau_1 = v_1 / a_1$ である。

【0031】

(式5) に示すように、リスクポテンシャル RP_1 は、車間時間 $T_{HW} = \tau_h$ 、および余裕時間 $T_{TC} = \tau_c$ 、さらに自車両の加速度 a_1 に応じる項 $1/\tau_1$ を含む式によって算出される。これにより、自車加速度 a_1 が大きくなると、リスクポテンシャル RP_1 が大きくなる。従って、車間時間 T_{HW} および余裕時間 T_{TC} が同じ値であっても、自車両の加速時にはリスクポテンシャル RP_1 が相対的に大きくなり、自車両の減速時には相対的に小さく演算される。

【0032】

このように、第1の実施の形態においては、リスクポテンシャル RP に応じてアクセルペダル80に発生する操作反力を制御することにより、自車両周囲のリスクポテンシャル RP を的確に運転者に伝達することができる。とくに、第1の実施の形態では、リスクポテンシャル算出に、運転者の加減速意図が直接反映される自車加速度 a_1 を組み込んでいるため、実際に運転者が感じるリスクと同等のリスクポテンシャル値を算出することができる。これにより、アクセルペダル80の反力特性がその場の状況、すなわち現在の自車両の走行状況および運転者の感覚と一致し、運転者の違和感を低減したアクセルペダル反力制御を行うことができる。

【0033】

さらに、上述したように算出したリスクポテンシャル RP に応じて警報装置90を作動させるので、アクセルペダル反力制御に加えて、的確な警報作動を行う

ことができる。

【0034】

上述したように、第1の実施の形態においては、車間時間THWの逆数を用いてリスクポテンシャルRPを算出する。具体的には、車間時間THWの逆数と、車間時間THWの逆数の微分値とを足し合わせてリスクポテンシャルRPを演算する。これにより、自車両の加速度a1がリスクポテンシャルRPに反映され、車室内で運転者がうける感覚を反映した反力制御を行うことができる。

【0035】

なお、コントローラ50におけるリスクポテンシャルRP1の算出は、コントローラ50のCPUの形態や、状況認識手段、ここではレーザレーダ10および車速センサ20の構成等により、(式4)および(式5)のいずれをも適宜選択することができる。

【0036】

(式4)を用いる場合は、ベース式 $P = 1 / THW$ の値を時間経過とともにコントローラ50のメモリに記憶し、その時間変化よりベース式Pの微分値を直接求めてリスクポテンシャルRP1を算出することで、過去からの連続性を考慮したリスクポテンシャルRPを演算することができる。(式5)を用いる場合は、実際に検出される現在の自車速v1, 先行車速v2, 車間距離d, および自車の加速度a1から、直接、リスクポテンシャルRP1を算出することで、タイムリーなリスクポテンシャルRPを演算することができる。

【0037】

《第2の実施の形態》

つぎに、本発明の第2の実施の形態におけるリスクポテンシャルRPの演算方法について説明する。第2の実施の形態においては、自車加減速度に加えて先行車の加減速度を組み込み、先行車が急減速または急加速するような状況においても運転者の違和感を低減するようなリスクポテンシャルRPの算出を行う。

【0038】

第2の実施の形態におけるリスクポテンシャルRP2はベース式Pを用いて以下の(式6)で表される。

【数 6】

【数 6】

$$RP_2 = \alpha_2 P + \beta_2 P' + \gamma_2 P'' \quad (\text{式 6})$$

ここで、 α_2 、 β_2 、 γ_2 は P 、 P' 、 P'' にそれぞれ適切な重みを付けるための定数である。ここで、 P' はベース式 P の一回微分を、 P'' は二回微分を示している。

【0039】

(式 6) に示すように、リスクポテンシャル RP_2 は、ベース式 P と、ベース式 P を 1 回微分した式と、ベース式 P を 2 回微分した式との線形和により求められる。(式 6) は、図 5 に示すパラメータを用いて計算すると、以下の (式 7) のように表される。

【数 7】

【数 7】

$$RP_2 = \frac{1}{\tau_h} \left(\alpha_2 + \frac{\beta_2}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_c} \left(\beta_2 + \frac{\gamma_2}{\tau_r} + \frac{2\gamma_2}{\tau_1} + \frac{2\gamma_2}{\tau_c} \right) \right) \quad (\text{式 7})$$

ここで、 $\tau_r = v_r / a_r$ である。

【0040】

(式 7) に示すように、リスクポテンシャル RP_2 は、車間時間 $THW = \tau_h$ 、および余裕時間 $TTC = \tau_c$ 、さらに自車両の加速度 a_1 に応じる項 $1/\tau_1$ を含む式によって算出される。これにより、自車加速度 a_1 が大きくなると、リスクポテンシャル RP_1 が大きくなる。従って、車間時間 THW および余裕時間 TTC が同じ値であっても、自車両の加速時にはリスクポテンシャル RP_1 が相対的に大きくなり、自車両の減速時には相対的に小さく演算される。さらに、リスクポテンシャル RP_2 は、自車両と先行車の相対加速度 a_r に応じる項 $1/\tau_r$ を含んでいる。これにより、自車加速度 a_1 が同じ値であっても、先行車が減速すると、リスクポテンシャル RP_2 が大きくなる。

【0041】

このように、第2の実施の形態においては、リスクポテンシャル算出に自車加速度 a_1 に加えて、先行車の加速度 a_2 および相対加速度 a_r を組み込んだため、上述した第1の実施の形態の効果に加えて、先行車の動きも加味してリスクポテンシャル RP を演算することができる。これにより、先行車の急減速場面等において実際に運転者が感じるリスクと同等のリスクポテンシャル値を算出することができる。その結果、運転者の違和感を低減したアクセルペダル反力制御および警報作動を行うことができる。

【0042】

なお、コントローラ50におけるリスクポテンシャル RP_2 の算出は、第1の実施の形態と同様に、(式6) および (式7) のいずれかを、コントローラ50の仕様に応じて適宜選択することができる。

【0043】

《第3の実施の形態》

つぎに、本発明の第3の実施の形態におけるリスクポテンシャル RP の演算法について説明する。第3の実施の形態においては、リスクポテンシャル RP を算出するためのベース式として、余裕時間の逆数 $Q = 1 / TTC$ を用いる。第3の実施の形態におけるリスクポテンシャル RP_3 は、ベース式 Q を用いて、以下の(式8)で表される。

【数8】

【数8】

$$RP_3 = \alpha_3 \int Q dt + \beta_3 Q \quad (\text{式8})$$

ここで、 α_3 、 β_3 は $\int Q dt$ 、 Q にそれぞれ適切な重みを付けるための定数である。

【0044】

(式8) に示すように、リスクポテンシャル RP_3 は、ベース式 Q とベース式 Q を1回積分した式との線形和により求められる。(式8) は、図5に示すパラメータを用いて計算すると、以下の(式9)のように表される。

【数 9】

【数 9】

$$RP_3 = C_3 - \alpha_3 \log|d| + \frac{\beta_3}{\tau_c} \quad (\text{式 9})$$

ここで、 C_3 は定数である。

(式 9) に示すように、リスクポテンシャル RP_3 は、余裕時間 $TT C = \tau_c$ および車間距離 d を含む式によって算出される。

【0 0 4 5】

一般的に、所定車速以上の中高速領域では、運転者は車速によらず、先行車と一定の車間時間 $T H W$ を保とうとして運転操作を行う。一方、車速が低い場合、例えば車速が 4 0 km/h 未満の場合には、運転者は車間時間 $T H W$ を一定に保とうとするのではなく、車速によらず、先行車との車間距離 d を一定に保つような運転操作を行う。

【0 0 4 6】

リスクポテンシャル RP_3 は、車間時間 $T H W$ ではなく、自車両と先行車との車間距離 d の対数と、余裕時間 $T T C$ の逆数とを用いて算出され、車間距離 d が小さくなるほどリスクポテンシャル RP_3 が大きく演算される。これにより、特に車速が低い領域では、運転者の実際の感覚に近いリスクポテンシャル値を算出することができる。

【0 0 4 7】

このように、リスクポテンシャル演算に車間距離 d を組み込むことにより、車間距離 d に応じた基本的なペダル反力を設定することができる。これに加えて、相対車速 v_r を加味したリスクポテンシャル RP を演算するので、ペダル反力をよりの確に設定することができる。第 3 の実施の形態においては、実際に運転者が感じているリスクと同等のリスクポテンシャル値を算出することができ、その結果、運転者の違和感を低減したアクセルペダル反力制御および警報作動を行うことができる。

【0 0 4 8】

なお、コントローラ 5 0 におけるリスクポテンシャル RP_3 の算出は、第 1 の

実施の形態と同様に、(式8) および (式9) のいずれかを、コントローラ50の仕様に応じて適宜選択することができる。

【0049】

《第4の実施の形態》

つぎに、本発明の第4の実施の形態におけるリスクポテンシャルRPの演算方法について説明する。第4の実施の形態におけるリスクポテンシャルRP4は、ベース式Qを用いて、以下の(式10)で表される。

【数10】

【数10】

$$RP_4 = \alpha_4 \int Q dt + \beta_4 Q + \gamma_4 Q' \quad (\text{式10})$$

ここで、 α_4 、 β_4 、 γ_4 は $\int Q dt$ 、 Q 、 Q' にそれぞれ適切な重みを付けるための定数である。ここで、 Q' はベース式Qの一回微分を示している。

【0050】

(式10)に示すように、リスクポテンシャルRP4は、ベース式Qと、ベース式Qを1回積分した式と、ベース式Qを1回微分した式との線形和により求められる。(式10)は、図5に示すパラメータを用いて計算すると、以下の(式11)のように表される。

【数11】

【数11】

$$RP_4 = C_4 - \alpha_4 \log|d| + \frac{1}{\tau_c} \left(\beta_4 + \gamma_4 \left(\frac{1}{\tau_c} - \frac{1}{\tau_n} \right) \right) \quad (\text{式11})$$

ここで、 C_4 は定数であり、 $\tau_n = -v_r / a_1$ である。

【0051】

(式11)に示すように、リスクポテンシャルRP4は、余裕時間TTC= τ_c および車間距離d、さらに自車両の加速度 a_1 に応じる項 $1/\tau_n$ を含む式によって算出される。これにより、自車加速度 a_1 が大きくなると、リスクポテンシャルRP4が大きくなる。従って、余裕時間TTCおよび車間距離dが同じ値

であっても、自車両の加速時にはリスクポテンシャル RP_4 が相対的に大きくなり、自車両の減速時には相対的に小さく演算される。

【0052】

第4の実施の形態においては、余裕時間 TT_C の逆数の微分値を用いているため、自車両の加減速を考慮したリスクポテンシャルを演算することができる。このように、リスクポテンシャル算出に車間距離 d および自車加速度 a_1 を組み込むことにより、車間距離 d に応じて基本的なペダル反力を設定することができ、これに加えて、自車両の加減速に応じたリスクポテンシャル RP を演算することによって、よりの確なペダル反力を設定することができる。

【0053】

これにより、上述した第3の実施の形態と同様の効果が得られるとともに、実際に運転者が感じているリスクと同等のリスクポテンシャル値を算出することができる。その結果、運転者の違和感を低減したアクセルペダル反力制御および警報作動を行うことができる。

【0054】

なお、コントローラ 50 におけるリスクポテンシャル RP_4 の算出は、第1の実施の形態と同様に、(式10) および (式11) のいずれかを、コントローラ 50 の仕様に応じて適宜選択することができる。

【0055】

上述した実施の形態においてはアクセルペダル反力および警報によって運転者にリスクポテンシャル RP を知らせるようにしたが、警報およびアクセルペダル反力のいずれか一方により、運転者にリスクポテンシャル RP を知らせることもできる。また、上述したように算出したリスクポテンシャル RP を用いて、さらにブレーキペダル反力制御を行うこともできる。あるいは、リスクポテンシャル RP に基づいてアクセルペダル反力制御およびブレーキペダル反力制御のいずれかのみを行うこともできる。

【0056】

なお、本発明による車両用運転操作補助装置は、状況認識手段として、レーザレーダ 10 および車速センサ 20 を用い、将来状況予測手段およびリスクポテン

シャル演算手段としてコントローラ 5 0 を用いた。また、アクセルペダル反力算出手段としてコントローラ 5 0 を用い、アクセルペダル反力発生手段としてアクセルペダル反力制御装置 6 0 を用いた。しかし、これらには限定されず、例えば状況認識手段としてレーザレーダ 1 0 の代わりに別方式のミリ波レーダ等を用いたり、CCDカメラあるいはCMOSカメラを用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による車両用運転操作補助装置のシステム図。

【図 2】 図 1 に示す車両用運転操作補助装置を搭載した車両の構成図。

【図 3】 アクセルペダル周辺の構成図。

【図 4】 第 1 の実施の形態のコントローラによる運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【図 5】 自車両と先行車の走行状態を示す模式図。

【図 6】 ストローク量に対するアクセルペダル反力の特性を示す図。

【図 7】 リスクポテンシャル算出式の一覧表。

【符号の説明】

1 0：レーザレーダ

2 0：車速センサ

5 0：コントローラ

6 0：アクセルペダル反力制御装置

7 0：サーボモータ

7 1：ストロークセンサ

8 0：アクセルペダル

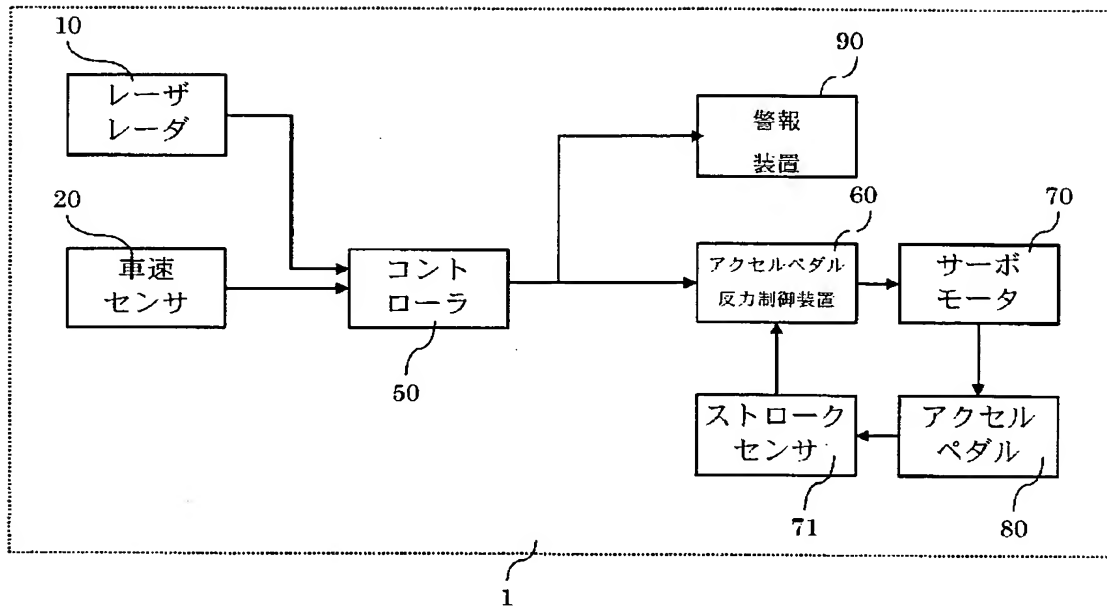
9 0：警報装置

【書類名】

図面

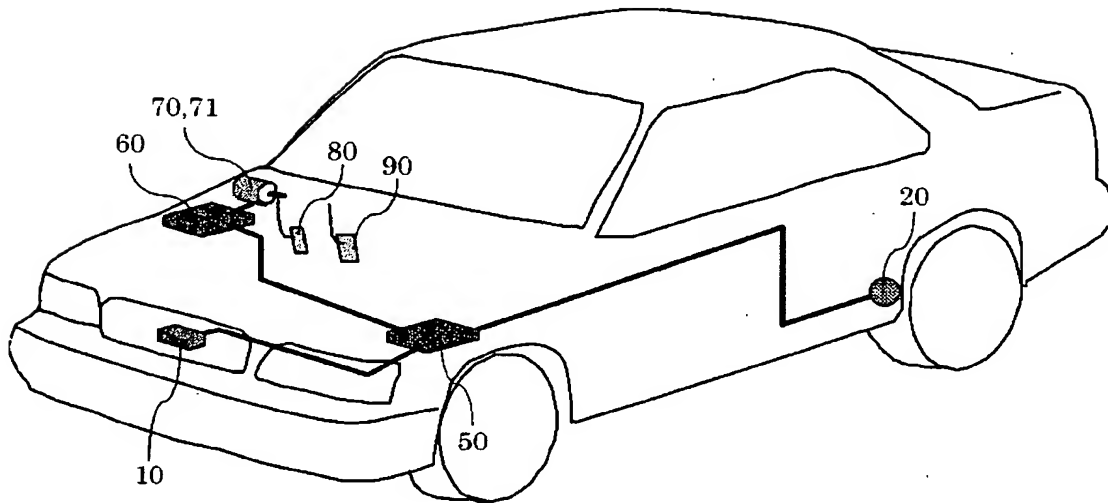
【図 1】

【図 1】



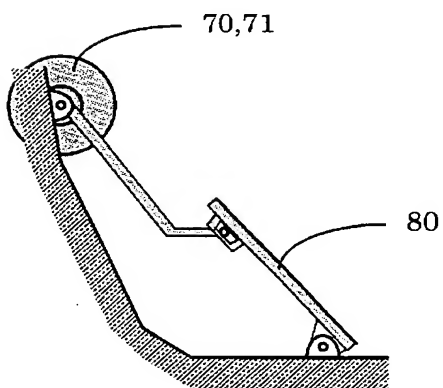
【図 2】

【図 2】



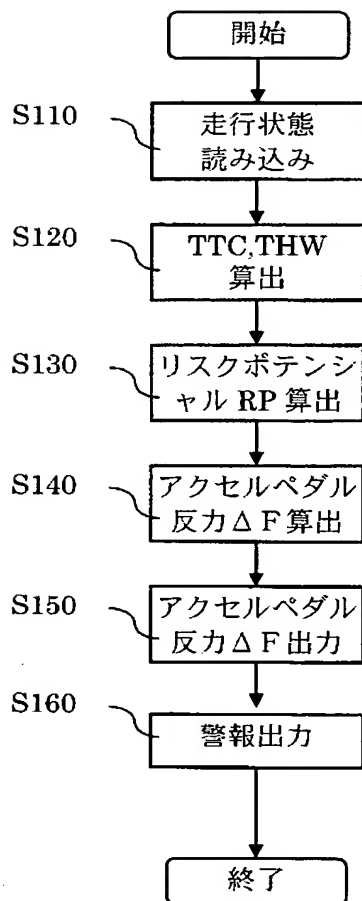
【図 3】

【図 3】



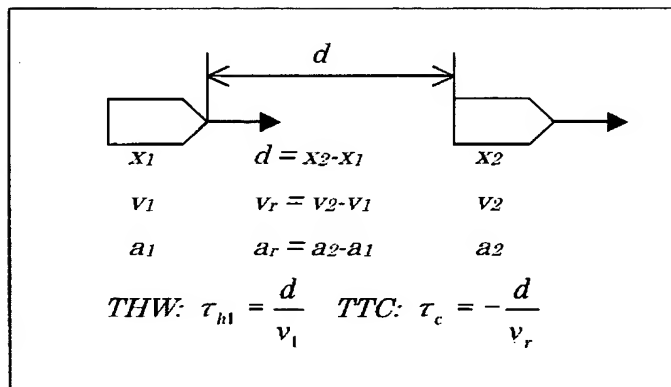
【図 4】

【図 4】



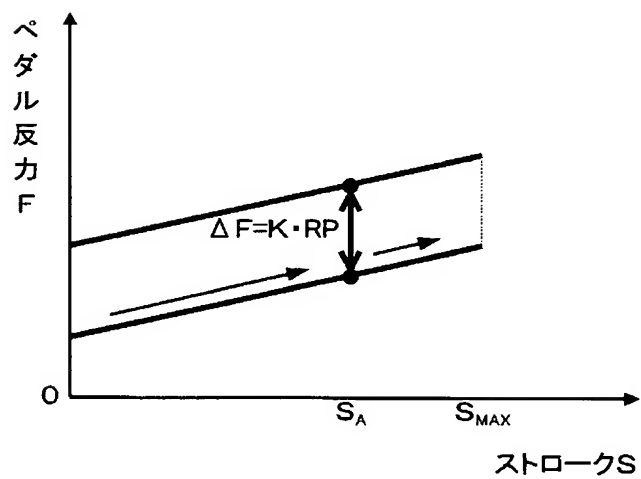
【図 5】

【図 5】



【図 6】

【図 6】



【図 7】

【図 7】

実施例	ベース式	リスクポテンシャル式	特徴
1	$P = \frac{1}{THW}$	$RP_1 = \alpha_1 P + \beta_1 P'$	・ 自車の加減速度を考慮する
2		$RP_2 = \alpha_2 P + \beta_2 P' + \gamma_2 P''$	・ 自車の加減速度を考慮する ・ 先行車の加減速度を考慮する
3	$Q = \frac{1}{TTC}$	$RP_3 = \alpha_3 \int Q dt + \beta_3 Q$	・ 車間距離に応じて、基本的に反力が定まる
4		$RP_4 = \alpha_4 \int Q dt + \beta_4 Q + \gamma_4 Q'$	・ 車間距離に応じて、基本的に反力が定まる ・ 自車の加減速度を考慮する

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

運転者が実際に感じているリスクをアクセルペダル反力制御に反映させる車両用運転操作補助装置を提供する。

【解決手段】

車両状態および車両周囲の走行環境を検出する状況認識手段 1 0, 2 0 と、状況認識手段 1 0, 2 0 の検出結果に基づいて、自車両の先行車両までの現在の接近度合および／または将来予測される周囲環境変化による自車両への影響度合を算出し、将来の走行状況を予測する将来状況予測手段 5 0 とを有する。状況予測手段 5 0 によって予測される将来の走行状況に運転者の意図を加味してリスクポテンシャルを演算する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 4 3 3 3 2
受付番号	5 0 2 0 1 7 8 9 7 7 1
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 2 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年11月27日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 4 3 3 3 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社